鋼管パイプネットワークにおける流速の測定と水撃圧の伝播について

東北学院大学大学院	学生会員	守谷	知真
東北学院大学工学部	正会員	河野	幸夫

(1) 実験目的

2-135

上流に上部水槽を設置し、そこから鋼管パイプネ ットワーク(材質;配管用炭素鋼鋼管[SGP]、寸法; 直径50mm、全長;126m)内に水を自然流下させてい るときの各位置の流速と、下流に取り付けられた高 速遮断弁急閉鎖時の管内の急激な圧力上昇について、 実験及び理論から検討する。

- パイプネットワーク各管内を流れる水の初速を それぞれ測定し、管網理論を用いて実験値の信憑性 を確認する。
- 流出パターン変更時の、各管内における水撃圧を 測定し、検討する。
- 3. パイプネットワークに発生する水撃圧の正圧部 伝播速度を求める。
- (2) 管網理論(Hardy Cross Method)

$$\sum_{i=1}^{N} K_{i} Q_{i}^{n} = 0, \sum_{i=1}^{N} K_{i} (Q_{i} + \Delta Q_{i})^{n} = 0$$

$$\Delta Q = \frac{\sum_{i=1}^{N} K_i Q_i^n}{-n \sum_{i=1}^{N} K_i Q_i^{n-1}}$$

初期値としてQに実験値を代入し、式から補正値 Qを求め、式に代入し算出された収束値Qを再度 式へ代入、計算を繰り返すことで各管路を流れる流 速理論値(収束値)を求め比較することが可能となる。

(3) 実験装置及び方法

上部水槽(水面高さ約 12m)から鋼管パイプネット ワーク内に水を自然流下させ、流出パターンを変えな がら(計 7 パターン)、各管を流れる水の初期流速を鋼 管の外側から図 2 の超音波流量計(ドップラー効果)を 用いて測定する(14 箇所)。また、下流に設置してある 高速遮断弁を急激に遮断(約 0.029 秒)することにより、 管内に水撃現象を起こし、その圧力変化を図 1 に示す 計 30 箇所で圧力変換器により電気信号に変換し、動歪 計で増幅させ 1/10000 秒単位で測定する。



図 2 超音波流量計装置図

超音波流量計の測定原理は、鋼管の外側から超音波 を発し、鋼管中を横断(通過)した超音波によって流 速測定を行い、鋼管内の平均流速を捉える。このため、 管の材質がライニング鋼管であったり、錆が堆積して いる箇所では超音波が通らなくなり、測定が不可能に なる。

キーワード:パイプネットワーク、水撃現象、超音波流量計、伝播速度 連絡先〔宮城県仙台市太白区西多賀五丁目1番1号 TEL:022(243)0183〕 (4) 流速測定結果及び理論値







図4; 並列管路通水時の理論値

図3、図4は、流速約1(m/sec)で並列(小回り)管路に 水を通水させているときの、実験で測定した鋼管内の 初期流速と、理論を用いて計算した初期流速の収束値 を模式図で示したものである。実験値と理論値を比較 すると、上部水槽と高速遮断弁をつなぐ直管路から、 横に出た垂直方向へ流れる流速の割合が理論値の方が 大きくなっているのが明らかである。その他の管路に おいての流速の誤差は、0.1(m/sec)にも満たないことか ら、実験値と理論値は非常に近い値となっている。



(6) 流出パターン変更時の伝播速度測定結果



(7) 結論

1) 弁閉鎖前の初期流速は、水撃圧 CH11,15,21,23 の 測定位置の管路では、殆ど水が動いていない死水域を 確認でき、実験値とは逆に流れていることが解かった が、全ての測定結果を比較検討した結果、実験値と Hardy Cross 法を用いた理論値が非常に近いことが明 らかとなった。

2) 管網内に発生する水撃圧を 1/10000 秒単位で計測 した結果、最大水撃圧は流出経路が直列管路の場合よ りも並列管路の方が低下することが解かった。

3) 正圧部伝播速度は直列管路の場合殆ど減速せず、並 列管路になると、減速が著しいことが明らかとなった。